



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : **0 443 948 A1**

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **91400451.0**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **C03B 23/025, C03B 23/027,  
C03B 29/04**

(22) Date de dépôt : **20.02.91**

(30) Priorité : **21.02.90 FR 9002090**

(43) Date de publication de la demande :  
**28.08.91 Bulletin 91/35**

(84) Etats contractants désignés :  
**BE CH DE ES FR GB IT LI LU SE**

(71) Demandeur : **SAINT-GOBAIN VITRAGE  
INTERNATIONAL  
"Les Miroirs" 18, avenue d'Alsace  
F-92400 Courbevoie (FR)**

(72) Inventeur : **Weber, Frédéric  
100, rue de Paris  
F-60200 Compiègne (FR)  
Inventeur : Didelot, Claude  
8, rue du Pont du Matz  
F-60150 Thouroutte (FR)**

(74) Mandataire : **Menes, Catherine et al  
SAINT-GOBAIN RECHERCHE 39, Quai Lucien  
Lefranc  
F-93300 Aubervilliers (FR)**

(54) **Bombage de feuilles de verre par effondrement sur un cadre de bombage.**

(57) L'invention concerne un four de bombage comportant au moins une station de chauffage dont les parois sont garnies de résistances, la série de résistances supérieures étant répartie entre une ou plusieurs zones axiales dans lesquelles les résistances sont orientées parallèlement à la hauteur des feuilles de verre et une ou plusieurs zones transversales dans lesquelles les résistances sont orientées perpendiculairement, la puissance de chauffe d'une zone donnée étant régulée indépendamment des puissances de chauffe attribuées aux autres zones.  
L'invention a également pour objet un cadre de bombage par effondrement permettant notamment la réalisation de vitrages en "S".

EP 0 443 948 A1

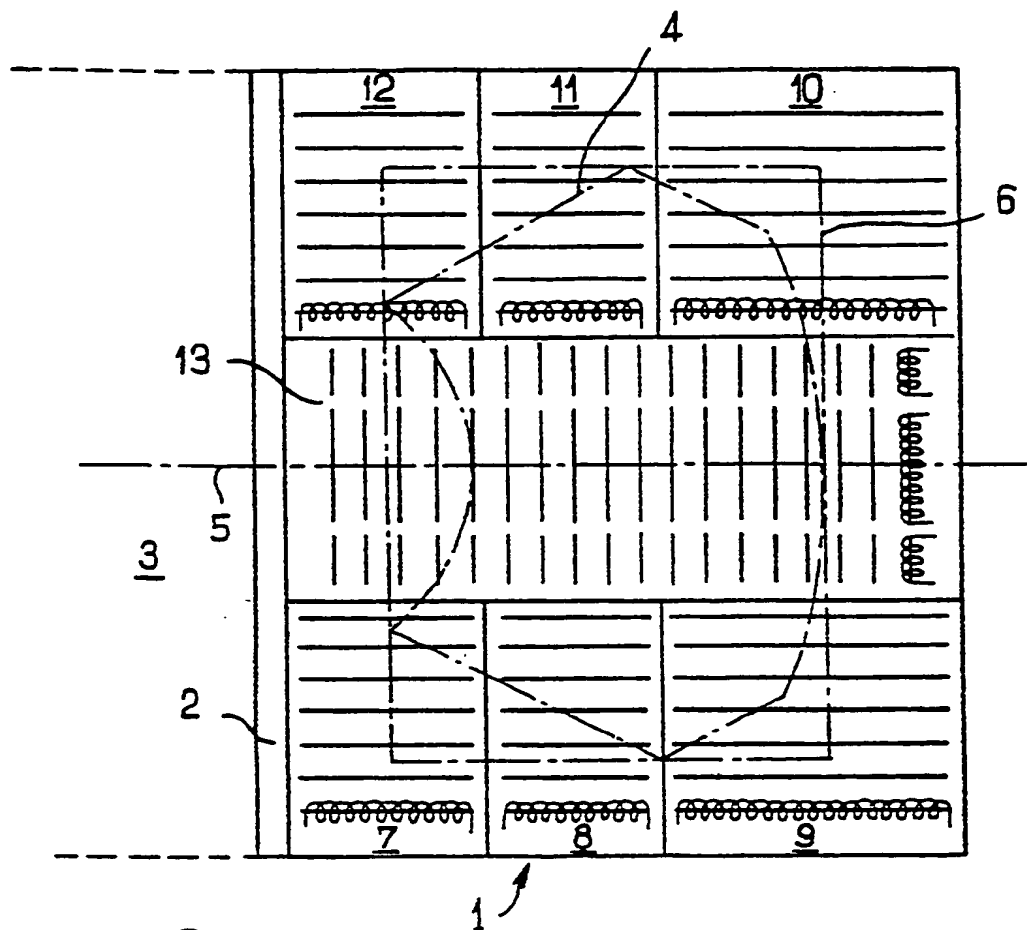


FIG. 1

**BOMBAGE DE FEUILLES DE VERRE PAR EFFONDREMENT SUR UN CADRE DE BOMBAGE**

L'invention a trait aux techniques de bombage de feuilles de verre par effondrement sur un cadre de bombage. Elle concerne plus précisément une installation permettant un contrôle très précis des conditions de chauffage de feuilles de verre en vue d'une maîtrise totale des courbures principales et secondaires que l'on souhaite conférer à la feuille de verre. L'invention s'applique notamment à la réalisation de vitrages feuilletés destinés aux véhicules automobiles.

Pour bomber des paires de feuilles de verre en vue de la réalisation de vitrages feuilletés, il est usuel de déposer les deux feuilles de verre sur un cadre de bombage encore appelé squelette et de faire avancer ce cadre de manière continue ou pas à pas, au travers d'une série de stations de chauffage dans lesquelles le cadre séjourne plus ou moins longtemps. Dans les fours électriques, chacune de ces stations de chauffage est tapissée de résistances constituées par exemple par des tubes en céramique réfractaire autour desquels sont boudinés des fils électriques. Les tubes garnissant la sole et la voûte du four sont montés parallèlement à l'axe du four, alors que les vitrages sont introduits perpendiculairement à cet axe; de cette façon, il est très aisé de surchauffer les bords latéraux du vitrage auquel on désire généralement conférer une courbure un peu plus prononcée que celle conférée à la partie centrale du vitrage. De plus, une telle orientation privilégie la qualité optique dans ce sens que les éventuels défauts optiques générés par un chauffage, non rigoureusement uniforme, mais selon une série de bandes correspondant aux tubes-résistances se trouvent placés sensiblement verticalement après la pose du vitrage dans le véhicule et ne gênent absolument pas la visibilité du conducteur.

De tels procédés conviennent bien à l'obtention de vitrages dits cylindriques, ne comportant donc qu'un seul rayon de courbure dans le plan horizontal. Toutefois, l'évolution des formes des véhicules automobiles conduit à une demande de vitrages présentant un double bombage, c'est-à-dire ayant une courbure secondaire dans une direction essentiellement perpendiculaire à la direction de la courbure principale, ce qui permet par exemple d'assurer une continuité entre la toiture du véhicule et son pare-brise. Cette courbure secondaire est d'autant plus difficile à obtenir que la pliure est marquée - et donc que le rayon de courbure est petit - et/ou qu'elle se situe près d'un bord du vitrage. Dans ces cas, il est nécessaire de surchauffer le vitrage dans ces zones de forte courbure au risque d'accentuer le bombage de la partie centrale du vitrage qui prend une déformation sphérique. Si de tels vitrages peuvent à la rigueur être obtenus avec ces procédés selon l'art, notamment

par une subdivision des résistances électriques des zones terminales de l'installation, il est pratiquement exclu d'obtenir des vitrages dits en "S", c'est-à-dire présentant en dehors de leur courbure principale deux rayons de courbure secondaire dans des directions inverses. De tels vitrages en "S" conviennent à la réalisation d'un véhicule dont le pare-brise tangent le capot et le toit.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients cités par la fourniture d'une installation permettant de mieux maîtriser le double-bombage, y compris lorsque le rayon de courbure n'est pas constant sur toute la longueur ou la largeur du vitrage, ou même s'inverse.

Ce but est atteint selon l'invention par un four pour le bombage de feuilles de verre par effondrement sur un cadre de bombage, comportant au moins une station de chauffage dont les parois sont garnies de résistances et dont la série de résistances associée à la partie supérieure de la station de chauffage est répartie entre une ou plusieurs zones axiales dans lesquelles les résistances sont orientées parallèlement à la hauteur des feuilles de verre et une ou plusieurs zones transversales dans lesquelles les résistances sont orientées perpendiculairement à la hauteur des feuilles de verre, la puissance de chauffe attribuée à une zone axiale ou transversale donnée étant régulée indépendamment des puissances de chauffe attribuées aux autres zones axiales et transversales.

Par résistance électrique on entend au sens de l'invention notamment des tubes-résistances en céramique réfractaire autour desquels sont boudinés des fils électroconducteurs, des tubes creux en quartz enfermant des filaments chauffants, des petits éléments chauffants, de préférence carrés, susceptibles d'être assemblés en damiers ou tout autre moyen équivalent connu de l'homme de l'art, le seul point critique étant que ces moyens doivent avoir une orientation longitudinale privilégiée, de sorte que ces moyens ou groupes de moyens sont analogues à un tube-résistance du point de vue des surfaces chauffées.

Avec une telle disposition des tubes-résistances, on peut obtenir différentes configurations de chauffe particulièrement bien adaptées au profil de température que l'on souhaite conférer à la feuille de verre, et ceci avec une très grande précision de localisation. Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, les zones transversales sont en regard de la partie centrale des feuilles de verre, et les feuilles de verre sont déplacées au travers des différentes stations de chauffage selon une direction parallèle à leur hauteur. Ainsi la surface supérieure des feuilles de verre se trouvent exposées à des éléments chauffants essen-

tiellement parallèles à ses bords.

La précision du profil de chauffe est d'autant plus simple à maîtriser que le nombre d'éléments chauffants est grand. Il est par exemple tout particulièrement intéressant de disposer d'une nouvelle zone transversale selon un pas inférieur à 150 mm ou mieux à 100 mm, et de couvrir la longueur de la partie centrale du vitrage non avec un seul tube-résistance, mais deux ou trois tubes-résistances mis bout à bout et alimentés en puissance électrique de manière indépendante.

Ce qui est vrai pour la partie centrale du vitrage - où on cherche à obtenir une courbure très prononcée par exemple le long du bord supérieur tangentant le toit du véhicule automobile - est aussi vrai pour les parties latérales du vitrage plus particulièrement chauffées par les zones axiales. Aussi est-il avantageux de travailler avec quatre ou six zones axiales associées à chacune des deux parties latérales du vitrage.

De façon préférée chaque zone de chauffe, axiale ou transversale, est constituée par un ensemble de par exemple deux tubes-résistances supportés par des berceaux communs. La position de chaque berceau peut être réglée en hauteur de manière à modifier la distance entre la feuille de verre et les résistances.

Avantageusement, la course verticale des berceaux peut être réglée de façon à faire varier à volonté la distance entre l'axe d'un tube-résistance et la feuille de verre entre 100 et 300 mm et de préférence entre 100 et 250 mm, le réglage s'effectuant de l'extérieur du four par des commandes manuelles ou automatiques. Des commandes rapides permettent la descente des berceaux en cours même de procédé, ce qui permet éventuellement de maintenir constante la distance entre la feuille de verre et une résistance donnée alors même que la feuille de verre s'effondre sur son squelette de bombage.

Un four selon l'invention peut comporter une ou plusieurs sections de chauffe dont la paroi supérieure est garnie de zones de chauffe axiales et transversales. Toutefois, il n'est pas nécessaire que toutes les sections de chauffe soient du même modèle et dans les installations de grande capacité, on pourra associer aux sections de chauffe selon l'invention des sections de chauffe auxiliaires dont tous les tubes-résistances de la partie supérieure sont orientés parallèlement à la hauteur des feuilles de verre. Ces sections de chauffe auxiliaires sont de préférence dans la première partie du four, c'est-à-dire dans la partie du four plus particulièrement destinée au préchauffage de la feuille de verre et dans laquelle la température du verre est relativement plus faible. Même en faisant abstraction de l'aspect strictement financier (l'investissement lié à une section de chauffe dépend à l'évidence du nombre de zones de chauffe alimentées indépendamment), cette forme de réalisa-

tion est tout particulièrement avantageuse car elle correspond à la qualité optique maximale dans la mesure où elle minimise les risques de générer des bandes parallèles correspondant en quelque sorte à l'empreinte des tubes-résistances et qui pourraient gêner le conducteur du véhicule.

Le four selon l'invention se prête tout particulièrement à la réalisation de vitrages comportant un double bombage, c'est-à-dire comportant une courbure secondaire dans un plan perpendiculaire au plan de la courbure principale. En lui associant éventuellement un squelette de bombage constitué par un cadre ouvert en son centre, mais comportant une partie pleine convexe, le four selon l'invention permet également la réalisation dans des conditions industrielles de vitrages présentant une courbure secondaire en "S" et avec des points d'inflexion non centrés.

D'autres détails et caractéristiques avantageuses de l'invention ressortent de la description d'un four multicellulaire faite en référence aux dessins annexés qui représentent:

. figure 1 : un schéma en vue de dessus d'une section de four selon l'invention

. figure 2 : une vue détaillée d'un berceau support de tubes-résistances et de son dispositif de réglage en hauteur,

. figure 3 : un exemple de tableau de chauffe (figure 3-b)) conduisant à un vitrage présentant une courbure secondaire décentrée (3-a),

. figure 4 : une vue schématique en perspective d'un squelette de bombage avec une partie pleine plus particulièrement adaptée à l'obtention de formes en "S".

La figure 1 est une vue schématique de dessus d'un four plus spécialement adapté à l'obtention de feuilles de verre bombées par paires en vue de leur assemblage par une feuille de matière plastique, pour la production par exemple de pare-brise automobile.

Le four ici schématisé ne comporte qu'une seule section de chauffe (four monocellulaire) mais il va de soi que des sections identiques ou du type section de chauffe auxiliaires peuvent être associées pour augmenter la capacité de l'installation.

Le four est constitué par une cellule 1 munie d'une porte d'ouverture 2 qui communique avec un sas de refroidissement 3. Dans cette cellule 1, les feuilles de verre 4 figurées par des traits discontinus et préalablement découpées et façonnées sont posées sur une forme de bombage 6 par exemple constituée par un cadre ouvert en son centre dont le profil correspond au profil que l'on souhaite conférer aux feuilles de verre. Cette forme de bombage 6 est portée par un chariot déplacé sur des rails parallèles à l'axe 5 et ici non représentés. Lorsque les feuilles de verre sont suffisamment chaudes, elles se déforment sous l'effet de leur poids et progressivement viennent à épouser le profil de la forme de bombage.

Les éléments de chauffage de la cellule sont

constitués par des tubes en céramique réfractaire, par exemple des tubes en silice ou en alumino-silicates, autour desquels sont boudinés des fils métalliques. Ces résistances garnissent la sole du four où elles sont montées parallèles à l'axe 5 du four. Pour la sole on peut utiliser par exemple des tubes d'environ 1 mètre de long et montés fixes et dont les extrémités ne débordent pas à l'extérieur du four. De préférence, les résistances de la sole sont réparties par zone, par exemple au nombre de 6, chaque zone étant alimentée en puissance électrique de manière indépendante des autres zones. Les parois du four parallèles à l'axe 5 sont de préférence également munies de tubes-résistances montés fixes. Toutes ces dispositions sont bien connus de l'art et n'appellent pas de commentaires particuliers.

Par contre, l'invention propose une nouvelle disposition des tubes-résistances qui garnissent la voûte - et par lesquelles sont dissipés environ 75 % de la puissance totale de chauffe de la cellule. La cellule ici schématisée comporte en effet 6 zones latérales de chauffe, numérotées de 7 à 12, formées de résistances montées sur des berceaux suspendus à la voûte, disposées parallèlement à l'axe 5 du four, et de ce fait qualifiées de zones de chauffe axiales. Deux zones symétriques par rapport à l'axe du four (zones 7 et 12 par exemple) dissipent généralement des puissances électriques identiques, mais toutefois sont munies de moyens d'alimentation électrique autonomes. Il en est de même pour des zones de chauffe d'un même côté de l'axe, chacune des 6 zones pouvant être réglée en puissance de 0 à 100 %.

La cellule possède également une zone centrale 13 qui est au sens de l'invention une zone transversale faisant face à la partie centrale des feuilles de verre. Cette zone transversale comporte dans le cas ici représenté 3 fois 18 tubes-résistances montés transversalement et définissant ensemble 3 sous-zones longitudinales également alimentées indépendamment.

Tous les tubes-résistances associés à la voûte sont posés sur des berceaux suspendus à la voûte de manière réglable de sorte qu'il est possible de faire varier à volonté le profil géométrique de chauffe et de l'adapter au mieux aux dimensions des feuilles de verre traitées et au type de gaibe que l'on souhaite leur conférer. Dans le cas ici schématisé, on obtient par exemple un chauffage différencié des parties latérales des feuilles de verre qui permet de les bomber selon un rayon de courbure différent de celui des autres parties - et ceci sans entraîner un défaut de bombage dans ces autres parties dû à une augmentation du temps de séjour dans la cellule de bombage.

Un dispositif de réglage en hauteur de la position des tubes-résistances est schématisé figure 2 où on remarque que les tubes-résistances 14, de préférence des tubes creux en alumino-silicate, sont posés

deux par deux à leur extrémité sur des berceaux 15. Les fils électriques boudinés autour des tubes 14 sont connectés à une alimentation électrique via des tubulures isolées 16 passant au travers de la voûte 17, fixées par des attaches 18 à une potence 19 supportant également les berceaux 15. A l'extrémité supérieure de la potence 19 est vissée une attache 20 sur laquelle se raccorde une chaîne 21 engrenant sur une roue dentée 22. Pour abaisser le berceau, il suffit donc de faire tourner la roue 22, par exemple d'un tiers de tour et de la bloquer une fois les résistances 14 mises en place. La rotation des roues 22 peut être commandée manuellement ou de préférence par un dispositif automatique piloté depuis le tableau de contrôle du four. De cette façon, on peut aisément faire varier la distance entre la feuille de verre et les tubes-résistances, la chaîne étant prévue pour un battement de par exemple 200 ou 250 mm. Dans le cas de très fortes courbures, on peut également commander la descente des tubes-résistances en cours de processus de bombage.

L'intérêt du four selon l'invention ressort par exemple de l'examen des résultats de la figure 3. Le problème ici posé était celui de la réalisation d'un volume présentant une courbure décentrée par rapport à la hauteur du pare-brise, en conformité avec la courbe de la figure 3-a où sont indiquées les valeurs du double-bombage en millimètres par rapport à la cote dans la hauteur du pare-brise (en centimètre), ou autrement dit la valeur de la flèche dans la direction secondaire de bombage comme l'illustre le croquis de vitrage figurant également sur cette figure 3-a. Ce vitrage a été obtenu dans un four selon l'invention comportant une station de bombage avec 3 x 18 zones de résistances transversales, en regard de la partie centrale du vitrage 23 dont on a représenté la position dans le four, et avec 6 x 7 zones de résistances axiales en regard des parties latérales. Tous les apports thermiques proviennent des résistances de la partie supérieure. Dans un premier temps, (480 secondes), on préchauffe le vitrage jusqu'à une température voisine de la température de déformation du verre, en réglant toutes les zones de manière identique (température de consigne 400°C). Dans un second temps, (360 secondes), on modifie totalement les valeurs des températures de consigne en suivant le tableau de chauffe représenté figure 3-b. Le très grand nombre de résistances disponibles, et leur disposition essentiellement parallèlement aux zones de plus forte courbure permet un réglage très fin du profil de température des feuilles de verre qui conduit avec une grande exactitude à l'obtention de la courbure souhaitée.

Il est également possible d'obtenir des courbures en "S", c'est-à-dire des vitrages présentant au moins un point d'inflexion selon leur hauteur. Dans ce cas, il est nécessaire de créer une différence de température très marquée entre des points de la surface des

feuilles de verre pourtant très proches (la "bosse" doit en effet être surchauffée sans que le soit pour autant la partie du vitrage immédiatement adjacente qui doit par exemple être relativement droite et non très creusée). Ce creusement est évité si on utilise un squelette de bombage tel que celui schématisé à la figure 4. Ce squelette est constitué par un cadre métallique 24 articulé autour de deux axes 25 et 26, de manière à faire reposer la feuille de verre sur un squelette continu dès le début du formage, les parties latérales 27 et 28 du cadre étant relevé au cours du processus. Le cadre 24 est renforcé par des éléments raidisseurs 29 qui n'entrent jamais en contact avec la feuille de verre. Selon l'invention, il comporte également une partie pleine 30 qui permet l'obtention de la courbure convexe souhaitée. Avantageusement la partie de la feuille de verre en appui sur cette partie pleine 30 du cadre 24 est essentiellement chauffée par les zones de résistances sises de côté et non en regard de la feuille de verre, de sorte que la partie centrale de celle-ci n'est pas surchauffée par rayonnement.

#### Revendications

1. Four pour le bombage de feuilles de verre notamment par effondrement sur un cadre de bombage, comportant au moins une station de chauffage dont les parois sont garnies de résistances, la série de tubes-résistances associée à la partie supérieure de la station de chauffage étant répartie entre une ou plusieurs zones axiales dans lesquelles les résistances sont orientées parallèlement à la hauteur des feuilles de verre et une ou plusieurs zones transversales dans lesquelles les résistances sont orientées perpendiculairement à la hauteur des feuilles de verre, la puissance de chauffe attribuée à une zone axiale ou transversale donnée étant régulée indépendamment des puissances de chauffe attribuées aux autres zones axiales et transversales.
2. Four selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites zones transversales sont en regard de la partie centrale des feuilles de verre, lesdites feuilles de verre étant déplacées au travers des différentes stations de chauffage selon une direction parallèle à leur hauteur.
3. Four selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdites résistances électriques sont constituées par des tubes-résistances en céramique réfractaire autour desquels sont boudinés des fils électroconducteurs.
4. Four selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdites résistances électriques sont constituées par des moyens ou groupes de moyens de chauffage disposés selon une orientation longitudinale.
5. Four selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que lesdites zones transversales sont à un pas inférieur à 150 mm et de préférence à 100 mm, vu dans la direction parallèle à la hauteur des feuilles de verre.
6. Four selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'il compte au moins deux et de préférence trois zones transversales, vu dans une direction perpendiculaire à la hauteur des feuilles de verre.
7. Four selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce qu'il compte au moins quatre et de préférence six zones axiales, vu dans une direction parallèle à la hauteur des feuilles de verre et en regard de chacune des deux parties latérales de la feuille de verre.
8. Four selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque zone axiale ou respectivement transversale est constituée par un ensemble de deux tubes-résistances supportés par un berceau commun.
9. Four selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits berceaux sont réglables à hauteur, la distance entre un tube-résistance et la feuille de verre pouvant être réglée entre 100 et 300 mm.
10. Four selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des stations de chauffage auxiliaires dont tous les tubes-résistances de la partie supérieure sont orientés parallèlement à la hauteur des feuilles de verre.
11. Four selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdites stations de chauffage auxiliaires constituent les premières stations de chauffage du four.
12. Application du four selon l'une des revendications 1 à 9 à la réalisation de vitrages comportant un double bombage.
13. Application du four selon la revendication 12 à la réalisation de vitrages en "S" obtenus au moyen d'un cadre de bombage ouvert en son centre et comportant une partie pleine.
14. Application selon la revendication 13, caractérisée en ce que les vitrages en "S" sont obtenus au moyen d'un cadre dont la partie pleine sur laquelle s'appuie une portion de la surface de la

feuille de verre n'est pas située immédiatement à proximité des bords.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

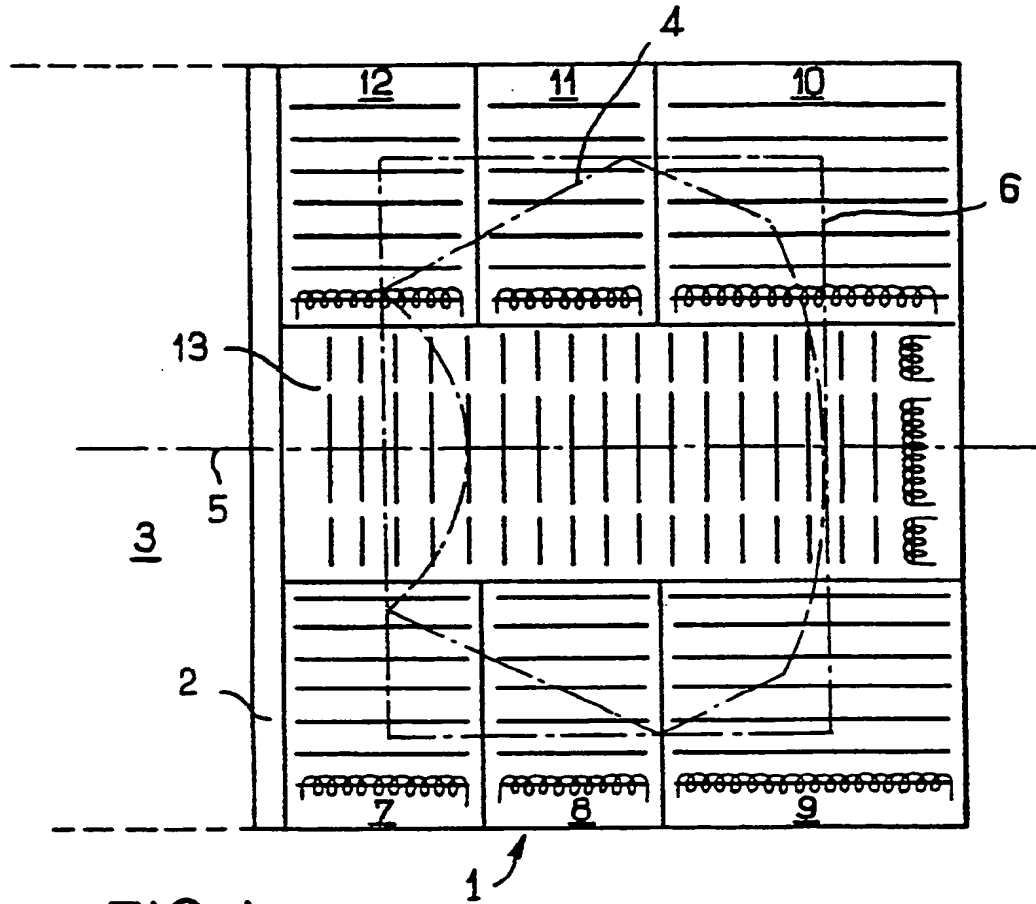


FIG. 1

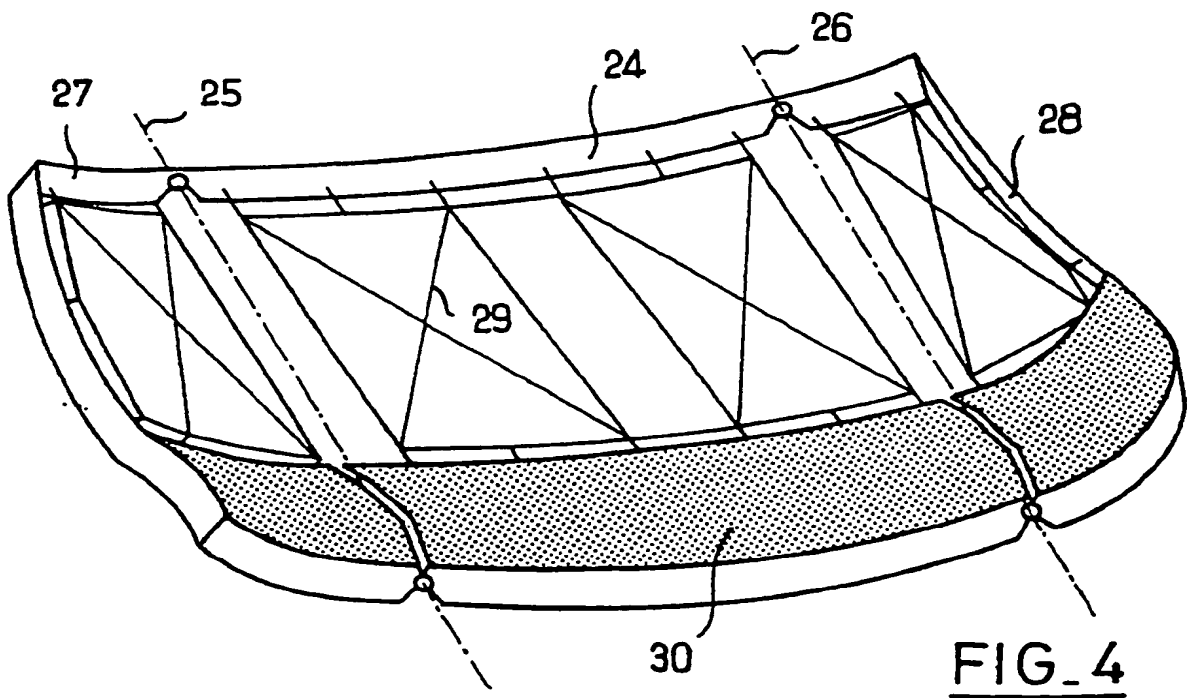
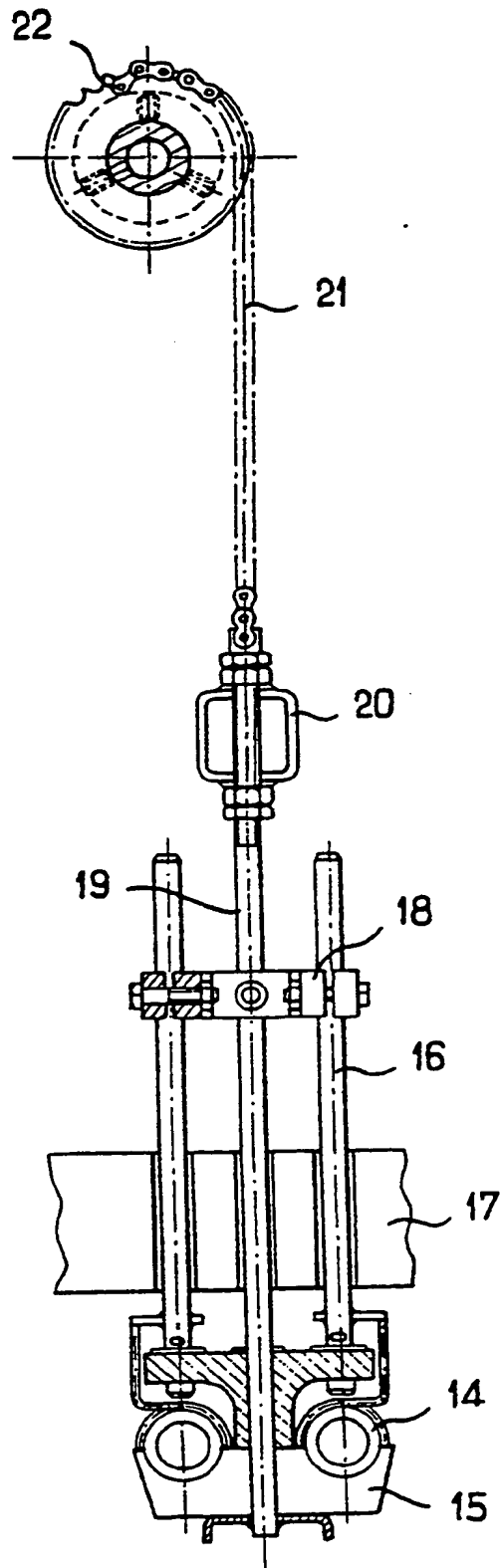


FIG. 4



FIG. 2



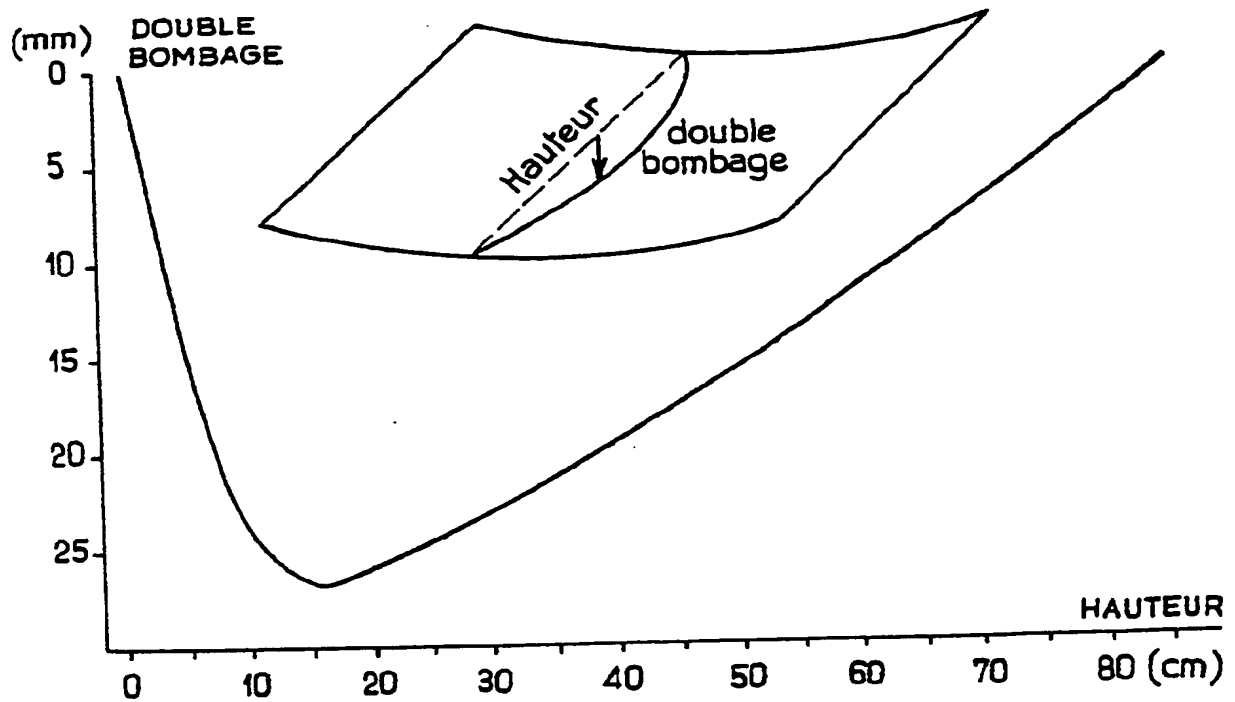


FIG. 3a

1	150	150	600	600	01	270	250	270	1	600	600	150	150
	150	500	600		02	320	300	320		500	500	150	
					03	720	700	720					
2	150	200	400	400	04	1000	980	1000	2	400	400	200	150
	150	700	400		05	1000	980	1000		400	700	150	
					06	820	800	820					
3	150	200	800	600	07	420	400	420	3	600	800	200	150
	150	800	600		08	220	200	220		600	800	150	
					09	220	200	220					
					10	220	200	220					
					11	220	200	220					
					12	220	200	220					
					13	220	200	220					
					14	170	150	170					
					15	170	150	170					
					16	170	150	170					
					17	120	100	120					
					18	70	50	70					

FIG. 3b



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 0451

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	CH-A-340962 (PITTSBURGH PLATE GLASS COMPANY) * le document en entier *	1, 2, 4, 9, 10, 11	C03B23/025 C03B23/027 C03B29/04
	& US-A-3001328 (BERSETH) ---		
A	EP-A-186841 (O/Y KYRO A/B TAMGLASS) * le document en entier *	1, 8	
	---		
A	US-A-3744985 (PETERNEL) * le document en entier *	1	
	---		
A	US-A-4726832 (MASUHIDE KAJII) * le document en entier *	1, 8	
	---		
P,X	WO-A-9003335 (REUNAMAKI) * le document en entier *	1, 8, 9	
	---		
P,X	EP-A-0376509 (FORD MOTOR COMPANY LIMITED) * le document en entier *	1	
	---		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			C03B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10 AVRIL 1991	Formulateur VAN DEN BOSSCHE W.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire			

EPO FORM 1500 (04/91) (P0402)